

第4講座

飼料イネに含まれるビタミンEを活かした牛乳・牛肉生産

石川県立大学 生産科学科 石田 元彦

1. はじめに

わが国の食料自給率（カロリーベース）は昭和40年には73%であったが、現在では40%（平成21年度の統計）にまで低下した。国内で自給できるコメの消費量が低下し、代わりに油脂類と畜産物の消費量が増加したからである。畜産物は国内で生産しているものの家畜に与える多くの飼料を輸入に頼り飼料自給率が25%と低いので、畜産物の生産・消費は食料自給率の低下につながる。飼料自給率向上によって食料自給率を高めることが畜産関係者に求められている。

一方、米の消費量が低下したことから生産調整水田が増加している。水田を畑に変えて牧草などを作れば国内産の牛用飼料生産量の増加が期待できる。

しかし、牧草や飼料作物は本来畑作物であり水分の多い土壌を好まないものが多く、生産調整水田での栽培に適さない。また、水田は洪水防止、水源涵養、土壌流出防止、水質浄化、気温調節など、国土保全や生活環境の維持にも役立っており畑に変えるとこれらの水田の役目は果たせない。

飼料専用種のイネを作り、それを牛の飼料として活用できれば、水田機能を維持しながら飼料生産が可能となる。

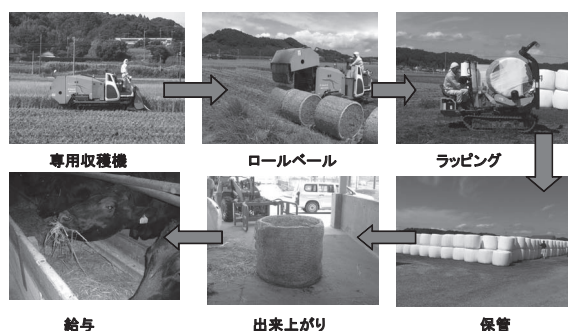


図1. 稲発酵粗飼料の作り方

このような背景から飼料専用種のイネを高温多湿なわが国の気候に適した湿性の飼料作物と位置づけ、その生産と利用に関する技術開発研究が日本全国で実施されてきた。筆者は1998年から飼料イネの牛用飼料としての利用についての研究を実施してきたが、ここでは飼料イネの給与によって特徴のある牛肉や牛乳を生産するために行われた研究を紹介したい。

2. 稲発酵粗飼料とは

1) 作り方

稲発酵粗飼料とは、イネが完全に熟す前、穂が出てから30～40日くらいの頃に茎葉と穂をまるごと一緒に収穫して乳酸発酵させたものである。その作り方を図1に示す。まず、専用収穫機で刈り取る。この機械は刈り取ったイネを後部のロールベールという部分でイネをロール状に整形、梱包する。この梱包されたものはロールベールと呼ばれる。ロールベールをポリエチレンフィルムで密封（ラッピング）すると、なかのイネは酸素のない状態となり乳酸発酵が始まる。約2～3ヶ月間保管すると、発酵により甘酸っぱい香りのする稲発酵粗飼料が出来上がる。この飼料を牛は好んで食べる。

2) 飼料としての特徴

稲発酵粗飼料の飼料としての価値は輸入のチモシー乾草とほぼ同じであるが、 β -カロテンやビタミンE（ α -トコフェロール）を多く含むことが特徴である（井出・古賀，2009）（図2）。なお、本稿の図表ではビタミンEを α -トコフェロールで示している。

3. 稲発酵粗飼料給与牛肉の特徴について

稲発酵粗飼料にビタミンEや β -カロテンが多いこ

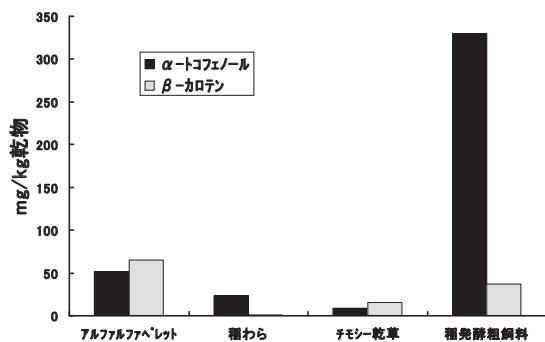


図2. 飼料中のα-トコフェロールとβ-カロテン含量 (井出・古賀, 2009)

とを利用して品質の高い牛肉を作るための試験が千葉県畜産総合研究センター、長野県畜産試験場、畜産草地研究所、日本女子大の共同研究として行われた。

ビタミンEは抗酸化作用を有しており、牛に与えて牛肉1kgあたり4mg以上蓄積させることができると、牛肉の変色や脂肪酸化を抑えることができる(三津本, 1995)。牛肉を冷蔵庫に保管していても茶色に変色するのは、牛肉に含まれる赤色のオキシミオグロビンが酸化されて褐色のメトミオグロビンに変化するためである。しかし、牛肉にビタミンEが多いとオキシミオグロビンの酸化が抑えられ牛肉の変色を遅らせることができる。一方、β-カロテンは牛の体内でビタミンAに変化する。一般に、肉生産のために牛は9ヶ月齢くらいからは少量の稲わらを与えられるものの、穀類中心の飼料で飼育され、28～29ヶ月齢くらいで肉にされる。この間、16～22ヶ月齢の間は肉に脂肪交雑(サシ)が入りやすいように、ビタミンAの給与を控えることが多い。そこで、生後9ヶ月齢くらいの牛を用いて、稲わらと穀類を与える従来の飼育法で肥育する区(対照区)、生後16～22ヶ月齢のビタミンA給与を制限する期間はβ-カロテンの多い稲発酵粗飼料を与えず、稲わらと穀類を与え、肥育前期(9～15ヶ月齢)と肥育後期(23～28ヶ月齢)に稲発酵粗飼料と穀類を給与する区(前後期給与区)および肥育の全期間(9～28ヶ月齢)に稲発酵粗飼料と穀類を与える区(全期間給与区)を設けて牛を肥育し、牛肉の性状を調査した。

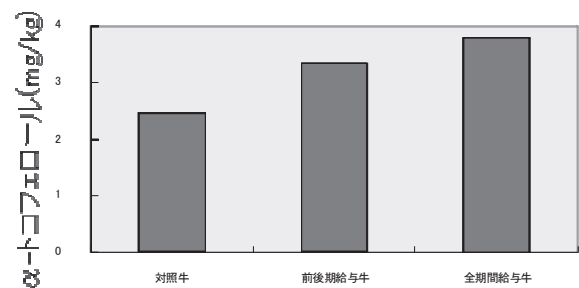


図3. 稲発酵粗飼料給与が牛肉中α-トコフェロール含量に及ぼす影響 (中西ら, 2009)

その結果、稲発酵粗飼料を与えると、牛の食欲が増し、発育が良くなった(石崎ら, 2008)。しかも肉にはたくさんのビタミンEが含まれ(図3)、脂質の酸化が防止され肉の変色が抑制されることが分かった。

稲発酵粗飼料の給与が牛肉の美味しさに及ぼす影響も検討された(飯田・戸田, 2009)。すなわち、従来の飼料で生産された牛肉15点と稲発酵粗飼料を含む飼料で生産された牛肉33点を供試して、食味試験と牛肉のうまみ成分であるイノシン酸とグルタミン酸の含量が測定され、比較された。その結果、稲発酵粗飼料を与えることによって、牛肉の「あぶらっこさ」が少なくなり、「総合的な食感」、「風味の強さ」、「牛肉の好ましい強さ」が高まり、「総合評価」がよくなることが分かった。また、稲発酵粗飼料の給与によって、牛肉のイノシン酸が高まる傾向にあり、グルタミン酸およびイノシン酸とグルタミン酸の和が高まることも分かり、稲発酵粗飼料の給与によって牛肉が美味しくなることが牛肉中のうまみ成分の変化からも解明された。

4. 牛肉のブランド化

このように稲発酵粗飼料を与えることで、ビタミンEを多く含み、しかも美味しい牛肉を作ることができたので、牛肉の生産者、実需者、消費者に対して研究成果を紹介したところ、稲発酵粗飼料で育てた牛肉を販売するとともに、レストランの食材として取り扱いたいという業者が現れた。

長野県立科町では、34 戸の稲作農家が 12 ヘクタールの水田で稲発酵粗飼料用稲を栽培し、これを飼料イネ収穫利用組合が稲発酵粗飼料に収穫・調製し、完成したものが 13 戸の肉牛農家で肥育牛に与えられている。ここで生産された牛肉は、2008 年 8 月から信州ハムを通して JR 佐久平駅前のレストラン「ブランカン」に供給され、高級食材として採用されるようになった。安定した品質の牛肉を生産するために、牛は生後 25 ヶ月齢以上のものを出荷すること、出荷前 5 ヶ月以上は一日一頭あたり 2kg 以上の稲発酵粗飼料を与えることなどの統一した生産ルールに従って牛肉の生産が行われている。このような取り組みが認められて、ここで生産された牛肉は「信州蓼科牛“女神ビーフ”」のブランドで長野県内のスーパーマーケットで販売されるようになった（原・山口，2009）。

5. ビタミン E を多く含む牛乳を生産できるのか？

稲発酵粗飼料を乳牛に与えることによって、ビタミン E の豊富な牛乳を作ることも検討されている。トウモロコシサイレージ、輸入乾草、穀類などからなる対照飼料を与えられていた 12 頭の乳牛に対して、飼料中の輸入乾草の一部を稲発酵粗飼料で置き換えた試験飼料を 30 日間与え、その後再び対照飼料を与えて、牛の血液と牛乳中のビタミン E の含量が測定された。血液中のビタミン E 含量は、稲発酵粗飼料の給与後 14 日後に約 2 倍に高まり、稲発酵粗飼料の給与を止めると低下した（図 4）。牛乳中のビタミン E 含量も稲発酵粗飼料給与後 40 日目に高くなり、稲発酵粗飼料の給与を止めると低下した。（図 5）。これらの結果から、稲発酵粗飼料を与えることによって、ビタミン E の多い牛乳を作ることができる可能性が示された（松山ら，2009）。

6. おわりに

石川県立大学では、白山市の耕種農家、畜産農家、石川県石川農林総合事務所、石川県南部家畜保健衛生所と共同研究を実施し、乳牛への稲発酵粗飼料の給与

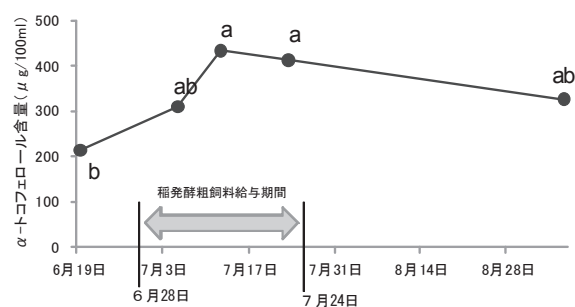


図 4. 乳牛の血液中 α-トコフェロール濃度の推移（松山ら，2009）

ab 異符号間に有意差のあることを示す（P<0.05）。

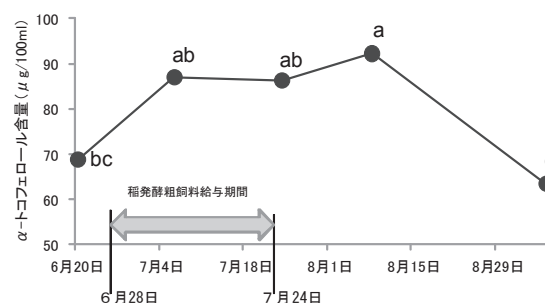


図 5. 牛乳中 α-トコフェロール含量の推移（松山ら，2009）

ab 異符号間に有意差のあることを示す（P<0.05）。

試験を実施している。このなかで、稲発酵粗飼料の給与で乳牛の血液中ビタミン E 含量が 5 倍も高まるという結果を得たところであり、現在、牛乳中のビタミン E を測定している。ビタミン E は牛の繁殖能力の改善にも役立つとされており、研究を継続している。

引用文献

原啓一郎、山口武. 2009. 稲発酵粗飼料を給与した畜産物に対する消費者評価 -「信州蓼科牛”女神ビーフ”」のマーケティング-. **地域農業確立総合研究 関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立 最終報告書Ⅱ 研究報告編**. (独) 農研機構 中央農業総合研究センター. 291-309.

井出忠彦、古賀照章. 2009. 稲発酵粗飼料を用いた肉用繁殖牛・肥育牛の飼料給与技術の確立. **地域農業確立総合研究 関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立 最終報告書Ⅱ 研究報告編**. (独) 農研機構 中央農業総合研究センター. 279-290.

飯田文子、伊藤美穂. 2009. 稲発酵粗飼料給与牛肉の官能評価特性の解明. **地域農業確立総合研究 関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立 最終報告書Ⅱ 研究報告編**. (独) 農研機構 中央農業総合研究センター. 311-319.

石崎重信、井出忠彦、山田真希夫、中西直人、石田元彦. 2008. 交雑種肥育牛への稲発酵粗飼料の給与が発育・枝肉成績・肉質に及ぼす影響. **日本畜産学会第109回大会講演要旨集**. 33

松山裕城、塩谷繁、細田謙次、菅原徹、戸田尚美、設楽秀幸、吉野賢一. 2009. 稲発酵粗飼料に含まれるトコフェロール類の乳汁への移行量とその効果. **地域農業確立総合研究 関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立 最終報告書Ⅱ 研究報告編**. (独) 農研機構 中央農業総合研究センター. 231-236.

三津本 充. 1995. ビタミンE投与による牛肉品質の安定化. **栄養生理研究会報** 39 : 147-156

中西直人、山田知哉、河上眞一、井出忠彦、石崎重信、吉羽宣明、石田元彦. 2009. 稲発酵粗飼料給与が牛肉中のビタミンE含量と貯蔵性に及ぼす影響. **地域農業確立総合研究 関東地域における飼料イネの資源循環型生産・利用システムの確立 最終報告書Ⅱ 研究報告編**. (独) 農研機構 中央農業総合研究センター. 237-249.

Utilization of high vitamin E content in whole crop rice silage for producing high quality beef and milk

Motohiko Ishida

The consumption of rice has decreased and the amount of imported feed increased to produce animal products for last fifty years, which resulted in low self-sufficiency in food in Japan. The self-sufficiency dropped from more than 70% in 1960 to 40% in 2010. To improve the self-sufficiency in food, it is important to produce animal feeds in paddy fields in Japan.

Whole crop rice silage is produced in more than 10,000 ha of paddy fields in Japan. The production will increase. It has the characteristics to contain higher vitamin E than the other feeds. The vitamin E content in beef produced by feeding whole crop rice silage was found to be higher than that in beef produced by feeding the other feeds such as rice straw to fattening steers. The higher vitamin E can prevent oxidation of fat in beef. It also can reduce the production of metmyoglobin by oxidation of myoglobin, which results in smaller change of color from red to brown in beef. Feeding whole crop rice silage to lactating dairy cows also increased vitamin E content in milk.

These findings show the potential to produce higher quality beef and milk by feeding whole crop rice silage.

Keywords: whole crop rice silage, vitamin E, beef, milk